

Podzemní led v kamenných sutích

Ostrůvky severské přírody s chladnomilnými rostlinami a živočichy v České republice

VLASTIMIL RŮŽIČKA

Středně velké a malé formy zemského povrchu hrají v ekosystémech důležitou roli. V mikroklimatických podmínkách jednotlivých stanovišť způsobují rozdíly, které pak vedou k odlišnostem ve složení flóry i fauny. V některých kamenných sutích se vytváří nezávislé mikroklima, což má zásadní vliv na rostlinstvo a živočišstvo, které je osidluje.

Kamenné sutě (viz také Vesmír 76, 458, 1997/8) vznikají především mrazovým zvětráváním skal. Česká republika má velmi pestrý povrch. V pleistocénu (starších čtvrtohorách) ležela v oblasti, kterou ovlivňoval pevninský ledovec. Sutě v ní představují sice jen ostrůvkovitě, ale hojně se vyskytující ekosystémy.

V každé holé suti najdeme velký rozdíl teplot mezi povrchem a vnitřním prostředím. Povrch suti je vypřahlý a jeho teplota kolísá v širokém rozmezí, zatímco směrem dovnitř suti se teplotní rozmezí velmi rychle zmenšuje a v hloubce kolem jednoho metru již k dennímu kolísání teploty téměř nedochází.

V některých kamenných sutích může v důsledku rozdílné specifické hmotnosti teplého a chladného vzduchu proudit vzduch systémem vnitřních prostor. Tím se vytváří druhý mikroklimatický rozdíl, přesněji bohatá škála mikroklimatických podmínek, a to mezi horním a dolním okrajem suti (viz obr. 1).

Tvorba podzemního ledu

V našich přírodních poměrech teplota alespoň po část roku klesá pod bod mrazu a pro vznik ledu je k dispozici dostatečné množství sněhu či deště. Tvorba ledu závisí na dvou klíčových podmínkách:

- Chladný vzduch musí stékat kamennou suti dolů. Jeho proudění je ovlivněno několika faktory – sklonem svahu (za minimální potřebný sklon je považován úhel 25°), výškou suťového pole (alespoň 20 m), velikostí a tvarem kamenů. Nejmenší kameny, mezi nimiž byla tvorba ledu pozorována, měří průměrně 10 cm. Nejlépe proudí vzduch mezi kameny o velikosti 25–50 cm, v sutích z takových kamenů dochází k tvorbě ledu nejčastěji. Prostory mezi balvany v blokových sutích jsou sice dostatečně velké, ale velké bloky proudění vzduchu brání. A pokud mezi nimi přece nějaký vzduch proudí, na dolním okraji se většinou neudrží, vyvane. Čím je tvar ka-

menů bližší kouli, tím menší je odpor prostředí a tím větší je pravděpodobnost, že se vzduch dá v suti do pohybu.

- Na dolním okraji musí chladný vzduch působit po delší dobu. Kameny zde promrznou buď při „protékání“ velkého množství chladného vzduchu, nebo při určitém zbrzdění jeho odtoku. Můžeme popsat čtyři modelové terénní situace, za nichž byla tvorba ledu pozorována (viz obr. 2). Konkrétní situace mohou být ovšem kombinací modelových typů.

Chladný vzduch zvenčí má tendenci klesnout až do suti, takže s nástupem podzimu se suť rychle prochlazuje. Tvorbu ledu příznivě ovlivňuje studená zima a dostatek vody ze sněhu. Teplý vzduch do vnitřního prostředí suti příliš neproniká, proto se chladný vzduch v suti s nástupem léta ohřívá velmi zvolna. Tání ledu nejvíce urychluje zatékající teplá dešťová voda. Tak můžeme vysvětlit zdánlivě paradoxní ústně tradované pozorování, že v Ledových slujích u Vranova nad Dyjí se bohatší ledová výzdoba udržuje v „teplém“ (hlavně suchém) létě, zatímco v létech „chladných“ (spíše deštivých) rychle mizí.

Rostlinstvo a živočišstvo podmrzajících suti

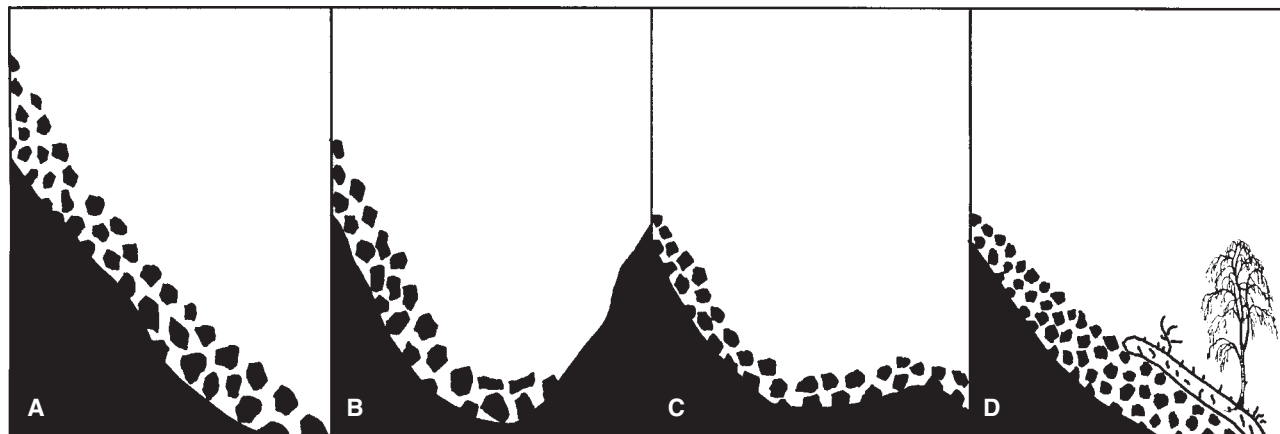
V období největšího rozsahu čtvrtohorního zalednění leželo naše území v úzkém koridoru mezi severským a alpským ledovcem. V té době se u nás rozkládala tundra, ve které se mísily chladnomilné druhy jak severského, tak alpského původu. V období holocenního oteplení se tato chladnomilná flóra a fauna stáhla za ustupujícími ledovci zpět do oblastí svého původního výskytu, izolované populace některých druhů se však na mimořádně chladných stanovištích dokázaly udržet. Výskyt takových glaciálních reliktních s nesouvislým arkoalpinním areálem rozšíření je znám ze dvou typů stanovišť: ze subalpinského pásma našich nejvyšších pohoří a z rašelinišť. Třetím, dosud opomíjeným stanovištěm tohoto typu jsou právě kamenné sutě.

Nápadným druhem dolních okrajů suťových polí v Českém středohoří je horský lomikámen trsnatý (*Saxifraga rosacea*). Při dolním okraji kamenné suti na Kamenci, vrchu nad Ploučnicí, roste arkoalpinní mech *Gymnomitrium coralloides* a prochlazený pás dolního okraje suti je také nejnižším známým místem výskytu horské kapradiny jinořadce kadeřavého (*Cryptogramma crispa*) v České republice.

Výskyt izolovaných populací chladnomilných druhů bezobratlých byl zjištěn především mezi pavouky a dravými roztoči čeledi Rhagidiidae. Poměrně často



RNDr. Vlastimil Růžička, CSc., (*1953) vystudoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. V Entomologickém ústavu AV ČR se v rámci studia ekologie pavouků věnuje i výzkumu kamenných suti.



2. Modelové situace, při nichž se tvoří led na dolních okrajích kamenných sutí:

A. Je-li suťové pole dostatečně vysoké a hluboké, objem chladného vzduchu, který se v něm přes zimu nashromáždí, stačí ochlazovat dolní okraj sutí, jímž po celé jaro vytéká ven. Tak je tomu na některých velkých suťových polích v Českém středohoří.

B. Je-li suťové pole na údolním svahu, může být odtok chladného vzduchu zbrzděn protisvahem a dále pak úpatní vrstvou kamenů po celé délce údolí. Za této situace vzniká led v Teplické jeskyni, v systému člověku přístupných podzemních prostor v údolním nahromadění pískovcových skalních bloků v CHKO Broumovsko.

C. Různými geomorfologickými procesy mohou vznikat na svazích kopců mělké terénní deprese. Je-li proláklina na suťovém svahu, může se v ní shromáždit podzemní jezero chladného vzduchu, v němž se může tvořit led. Nejznámější takovou lokalitou, bohužel částečně narušenou těžbou kamene, je vrch Plešivec u Litoměřic.

D. Dolní okraje některých sutí mohou zarůstat mechy a lišejníky. Vzhledem k jejich vysokým nárokům na vlhkost najdeme mechorosty spíše na severních svazích. Mechové polštáře snáze pokryjí drobné meziprostory v sutích z malých kamenů než velké meziprostory v sutích z velkých balvanů. Tak může dojít k téměř úplnému pokrytí povrchu sutí a k vytvoření jakéhosi vaku, ve kterém se může v sutích zadržet poměrně malý objem ledového vzduchu. Tento typ sutí známe např. z CHKO Křivoklátsko či CHKO Moravský kras.

jsou spolu v kamenných sutích nalézány dva druhy: pavouk *Bathypantes similimus* a roztoč *Rhagidia gelida*. Souvislý areál rozšíření obou těchto druhů leží v oblastech za polárním kruhem. Místem jejich masového výskytu u nás jsou kamenná moře na hřebenech Krkonoš, a pak například suť na Kamenci v nadmořské výšce pouhých 350 m. Bezprostředně mezi kameny na dolním okraji sutě jsme našli led i počátkem září. Je nepochybné, že vnitřek této sutě je promrzlý po celý rok a představuje tak izolovanou mikrolokalitu trvalého ledu ve střední Evropě.

Jednou z nejpozoruhodnějších lokalit s tvorbou ledu je andezitová suť v CHKO Křivoklátsko v nadmořské výšce pouhých 280 m. Ledové rampouchy na povrchu sutě zde můžeme vidět ještě koncem května a začátkem června, kdy se již na loukách seče seno. V roce 1995 zde byl nalezen jeden zcela nový druh roztoče z rodu *Foveacheles* a roztoč druhu *Rhagidia breviseta*, jehož výskyt byl dosud znám pouze z Kanady, Aljašky a ze Sibíře z okolí Magadanu. Tato lokalita je zatím nejnižším známým místem nálezů typického glaciálního reliktu a zároveň je také nejmenší známou lokalitou tohoto typu – plocha dolního okraje sutě činí pouze 2–3 ary.

Nejvhodnější podmínky pro přežívání izolovaných populací chladnomilných druhů se vytvářejí na dolních okrajích kamenných sutí, kde se led tvoří i při povrchu. Jen několik metrů úzký pás mechorostů představuje v naší krajině skutečně malý výsek severské přírody.

Ochrana kamenných sutí

Sutě jsou jedním z ekosystémů jen málo ovlivněných člověkem. Pouze některé přístupné sutě tvořené kameny, které lze využít jako stavební materiál,

jsou ohroženy těžbou. Holé kamenné sutě mohou být „ohroženy“ ve své existenci přirozeným procesem zarůstání. Sutě středních a nižších poloh představují v naší zemi ostrůvkovitý ekosystém, jehož plocha se postupně zmenšuje, jak jsou prostory mezi kameny zanášeny zemí a prostranství zarůstá lesem. V zájmu zachování rozmanitosti krajiny tak přicházejí na některých lokalitách v úvahu regulační zásahy formou velmi obezřetného klučení náletových dřevin.

V protikladu k stabilitě celých suťových ekosystémů stojí velká zranitelnost dolních okrajů těchto sutí, v nichž mechová vegetace přispívá k zadržení chladného vzduchu a k tvorbě ledu. Kamenná suť představuje pro vegetaci nehostinné a neúživné prostředí, v němž růst rostlin a tvorba biomasy probíhají velmi pomalu. Stejně jako jsou koleje vyjeté vozidlem v arktické tundře patrné ještě mnoho let, trvá léta, než na kameni opět naroste stržený mechový polštář, a desítky, možná i stovky let, než se na sutích obnoví poškozená vrstva vegetace.

Klíčovou roli vegetace a nahromaděné organické hmoty v zadržování chladného vzduchu uvnitř sutí na některých lokalitách dokládají případy Ledové sluje u Vranova nad Dyjí nebo jeskyně Naděje v Lužických horách. V obou byla omezena tvorba ledu po poškození povrchové izolační vrstvy. Místa tvorby podzemního ledu s přiléhajícími kamennými sutěmi, jedinečná tím, že se v nich může shromažďovat chladný vzduch, zasluhují důslednou ochranu. Většinou jde o maloplošné lokality s mimořádným přírodním fenoménem.

Maloplošné lokality s tvorbou podzemního ledu mohou snadno uniknout pozornosti. Uvítáme jakoukoliv informaci o tvorbě podzemního ledu v kamenných sutích kromě dobře prozkoumané oblasti Českého středohoří a dalších lokalit zmíněných v článku. □

[...] také filosofie z něčeho vznikla a na něco navazuje. Na otázky, jaké si později kladli filosofové – třeba právě o tom, proč zítra vyjde Slunce – odpovídal už před nimi mýtus. A tak, jako je věda dítětem filosofie, je filosofie dítětem mýtu. Vztahy mezi rodiči a dětmi, zejména v jistém věku, bývají většinou konfliktní: patnáctileté dítě se chce od svých rodičů oddělit, postavit se na vlastní nohy, být jiné než oni. Podobně je tomu i ve vztahu mýtu, filosofie a vědy. Věda, která přišla jako poslední, se ke své matce často nechce znát. Ty její moudré rady jí už lezou krkem a někdy mívá dojem, že jsou to vlastně prázdné řeči. Nechte toho filosofování a zkuste jednou něco zjistit, změřit, dokázat – jako my vědci.

Filosofii se tak s dějinnou spavedlností vrací přesně to, co kdysi udělala svému otci – mýtu. A právě vrcholná řecká filosofie představuje vůči mýtu ten choulostivý pubertální věk. Řeční filosofové nenechali na mýtu suchý chlup. Mýtus, podle nich, neví co říká a nedovede své názory zdůvodnit. Neumí a nemůže rozlišit pravdu od pouhého zdání. Kazí lidem vkus a brání jim poznávat, jak věci skutečně jsou. Proto by Homéra měli vyhnat a ztlouci holí, usoudil starý Hérakleitos.

Jan Sokol: Malá filosofie člověka a Slovník filosofických pojmů
Vyšehrad, Praha 1998, s. 20–21